Über Schleimzellen bei Urticaceen und über Schleimcystolithen von Girardinia palmata Gaudich.

von

Ferdinand Schorn,

k. k. Realschullehrer.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Deutschen Universität in Prag, Nr. 95 der II. Folge.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Februar 1907.)

I. Pellionia Daveauana N. E. Br.

Bisher[1] hat man unter den Urticaceen[2] nur zwei Arten aufgefunden, die schleimführende Elemente besitzen: *Boehmeria platypyhlla* Don. et Ham. und *Pipturus argenteus* Hort.[3]

Herr Professor Dr. H. Molisch machte mich auf das Vorkommen von Schleimzellen bei *Pellionia* aufmerksam und regte mich an, diese genauer in ihrem Vorkommen und ihrer Entwicklung zu verfolgen und gleichzeitig die anderen Urticaceen daraufhin zu untersuchen. Ich fand, daß sich *Pellionia* dadurch wesentlich von den beiden oben genannten Urticaceen unter-

---

[1] Vgl. H. Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Stuttgart 1899, Verl. v. Ferd. Enke, p. 872.

[2] Im Sinne A. Engler's.

[3] A. Engler und K. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Leipzig 1888, Verl. v. Wilh. Engelmann, III. T., 1. Abt., p. 101. J. Möller erwähnt in seiner Anatomie der Baumrinden (Berlin 1882, Verl. Jul. Springer), p. 85, daß *Boehmeria polystachia* Wedd. in der primären Rinde zerstreut erweiterte Räume mit zähflüssigem wasserklaren Sekret besitzt, ohne sich genauer über die Natur desselben auszusprechen

scheidet, daß jene Schleimgänge, *Pellionia* aber Schleimzellen besitzt.

Obgleich hier die Schleimzellen in großer Menge vorkommen und im fixierten Material leicht wahrzunehmen sind, so konnte ich in der Literatur doch nur gelegentlich kurze Bemerkungen über das Vorkommen von Schleim bei *Pellionia* finden. So erwähnt Dodel[1] in seiner Arbeit über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Stärkekörner bei *Pellionia,* daß in Schnitten durch frisches Material die Stärkekörner und die an ihnen haftenden Chloroplasten von einem zähen, fadenziehenden Schleim umflossen würden, der die Chloroplasten längere Zeit hindurch vor der Degeneration schützen soll, eine Ansicht, der A. Meyer[2] in seinen Untersuchungen über Stärkekörner entgegentritt.

Da nun Schleimzellen bei Urticaceen bisher nicht bekannt sind, so erscheint eine Beschreibung derselben und ihrer Entwicklung nicht unwichtig.

Ich will schon hier bemerken, daß die zu beschreibenden Schleimzellen in ihrem Bau ähnliche Verhältnisse aufweisen wie die von A. Nestler[3] in den Blättern der Malvaceen, von Kraemer[4] bei den Violaceen und von L. Radlkofer[5] bei *Serjania* gefundenen und beschriebenen und weise auf die Arbeiten der genannten Forscher hin.

Ein Blattquerschnitt durch Alkoholmaterial läßt sogleich gewisse Zellen durch ihren gelblichen, stark lichtbrechenden Inhalt auffallen, der sich bei näherer Untersuchung als Schleim erweist. Er zeigt eine bogenförmig (Fig. 1, 3) oder konisch (Fig. 11) verlaufende Schichtung, die um so deutlicher hervor-

---

[1] A. Dodel, Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Stärkekörner von *Pellionia Daveauana.* Flora 1892, p. 269.

[2] A. Meyer, Untersuchungen über Stärkekörner, Jena 1895, Verl. v. Gust. Fischer, p. 289.

[3] A. Nestler, Schleimzellen der Laubblätter der Malvaceen, Österr. bot. Zeitschrift, 1898, p. 94 bis 99.

[4] H. Kraemer, *Viola tricolor* L. in morphologischer, anatomischer und biologischer Beziehung. Dissert., Marburg 1897, p. 20 u. f.

[5] L. Radlkofer, Monographie der Gattung *Serjania.* München 1875, p. 101.

tritt, je länger der Alkohol auf den Schleim eingewirkt hat. Schließlich blättert sich die Schleimmasse, die jetzt stark geschrumpft erscheint, auf und zerfällt in die einzelnen Schichten (Fig. 2). Dabei ist der Schleim durch eine Querwand von dem lebenden Inhalt der Zelle getrennt, so daß man den Eindruck erhält, als wären zwei getrennte Zellen vorhanden, von denen die eine nur Schleim, die andere die protoplasmatischen Einschlüsse, wie das Chlorophyll, dann Protoplasma, Kern und Stärke enthält (Fig. 1, 2). Setzt man zu dem Präparat Wasser, so beginnt die Schichtung zu schwinden und der Schleim quillt außerordentlich auf, so daß der Raum, den das Protoplasma einnimmt, immer kleiner wird, bis er auf ein Minimum zurückgegangen ist. Dieser einfache Versuch ließ vermuten, daß das, was man bei oberflächlicher Betrachtung als zwei Zellen angesprochen hätte, eine einzige darstelle und daß jene Querwand (*i* in Fig. 1 bis 11) die Innenlamelle der verschleimenden Membram sei, wie sie bereits von Nestler,[1] Radlkofer[2] und anderen gesehen und beschrieben wurde. Von der Richtigkeit dieser Vermutung überzeugt man sich leicht bei Anwendung der Plasmolyse. Legt man nämlich einen Blattquerschnitt in eine 10 prozentige Kaliumnitratlösung, der einige Tropfen Hämatoxylin zugesetzt wurden, so kann man Schleimzellen beobachten, in denen das Protoplasma sehr stark plasmolysiert ist, während der durch das Hämatoxylin blau gefärbte Schleim keinerlei Lageveränderungen aufweist (Fig. 3). Außerdem gibt die Querwand mit Chlorzinkjod deutliche Zellulosereaktion. Eine weitere Bestätigung der Zellulosenatur der besprochenen Lamelle mit Schwefelsäure und Jod oder der Versuch der Löslichkeit mit Kupferoxydammoniak mußte unterbleiben, da keine dieser Reaktionen ein klares Bild geliefert hätte, schon nicht wegen der außerordentlich verquellenden Kraft der Schwefelsäure und des Kupferoxydammoniaks, welch letzteres überdies den Schleim blau färbt. Diese Innenlamelle läßt fast stets eine deutliche Faltung erkennen (Fig. 1, 2), wenn das Präparat aus Alkoholmaterial

[1] A. Nestler, l. c., p. 94.

[2] L. Radlkofer, l. c., p. 101.

verfertigt wurde, weil durch die wasserentziehende Wirkung des Alkohols der Schleim schrumpft und die Membran zusammenfällt, während sie in frischen Schnitten straff gespannt erscheint. Da nun die Mittellamelle der verschleimenden Zellwand erhalten bleibt und als eine dünne, aber noch deutlich wahrnehmbare Membram den Schleim umgibt, so kann es nur die Verdickungsschicht sein, die, vom Protoplasma beeinflußt, den Schleim liefert.

Gewöhnlich erfüllt er den einen Teil der Zelle vollständig (Fig. 1, 3). Manchmal aber finden sich in der homogenen Schleimmasse noch birnförmige Einschlüsse von ganz anderer Zusammensetzung (Fig. 9, 10). An Längsschnitten durch den Stengel, öfters und besser jedoch an Querschnitten durch ganz junge Blätter sieht man oft Aussackungen in den Schleim hineinragen. Diese Aussackungen, welche manchmal so tief in den Schleim hineinreichen, daß sie fast die gegenüberliegende Wand berühren, sind verschieden gestaltet. Meist gleichen sie einem kurzen Schlauch (Fig. 6) oder sie sind trichterförmig und erscheinen als spitz zulaufende Zapfen (Fig. 7, 9). Die Aussackungen werden konisch von den Schichten des Schleimes umfaßt.

Entwicklung der Schleimzellen.

Vorzüglich geeignet zur Erklärung aller dieser angeführten Bilder ist eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung von in starker Flemming'scher Lösung fixierten, in Alkohol gehärteten, recht jungen Blättern. Zur Sichtbarmachung des Schleimes eignet sich sehr gut Böhmer'sches Hämatoxylin, das ihn in kürzester Zeit blau färbt. Die Schnitte wurden mit dem Rasiermesser und dem Mikrotom hergestellt.

Ein Querschnitt durch ein solches Blatt zeigt eine obere Epidermis, darunter ein Wasser-, ein einschichtiges Pallisadengewebe, ein Schwammparenchym, ein mächtiges unteres Wassergewebe und die untere Epidermis. In dem beiderseitigen Wassergewebe kommen die Schleimzellen vor, und zwar im oberen viel zahlreicher als im unteren. Die Bilder,

die wir erhalten, stellen eine kontinuierliche Entwicklungsreihe vor.

Die Verschleimung beginnt an der der Epidermis abgewendeten Seite (Fig. 4) und schreitet allmählich gegen das Innere der Zelle vor, wobei ihr auch die Seitenwände anheimfallen. Geht sie an allen Stellen der verschleimenden Membranen gleichmäßig vor sich, dann wird der eine Teil der Zelle mit einer homogenen Schleimmasse erfüllt, im anderen Falle aber bilden sich die bereits erwähnten Schläuche, Zapfen und birnförmigen Einschlüsse, indem die Schleimbildung an einer Stelle der unteren Zellwand gehemmt, während sie von den Seitenwänden wiederholt gefördert wird. Es entstehen so Bilder, wie die Fig. 5 zeigt. Stellt man sich nun vor, daß die von den Seitenwänden in das Zellinnere vorspringenden Schleimmassen einander näher und näher rücken und zugleich immer größere Partien der Seitenwände verschleimen, so wird ein Schlauch (Fig. 6), respektive ein Zapfen (Fig. 7) gebildet. Da nun die Bildung der Schleimvorwölbungen nicht immer an der ganzen Oberfläche der Seitenwände gleichmäßig schnell geschieht, sondern an manchen Stellen rascher vor sich geht als an den übrigen, so entstehen dadurch unten verbreiterte Schläuche (Fig. 8), welche schließlich von den verschleimenden Membranen durchschnitten werden und so Anlaß zur Bildung der birnförmig gestalteten Einschlüsse innerhalb des Schleimes geben. Selbstverständlich kann der protoplasmatische Inhalt der Zapfen auch noch aufgebraucht werden, so daß man von diesen in den Schleimzellen älterer Blätter und Stengel kaum noch etwas bemerkt. Es ist also entwicklungsgeschichtlich nachgewiesen worden, daß all die angeführten Bilder eng miteinander im Zusammenhange stehen.

Interessant ist die Lage des Zellkernes in einer in Verschleimung begriffenen Zelle. Er liegt nämlich stets der verschleimenden Zellwand an, und zwar in der Mitte derselben (Fig. 4), dabei ist er von einer größeren Menge Plasma umgeben. Solange die Verschleimung noch nicht vollendet ist, bleibt er fast stets dem Schleime aufgelagert, oft in einer muldenförmigen Vertiefung desselben liegend (Fig. 5); später nimmt er einen beliebigen Platz in der Zelle ein. Es scheint,

als wenn der Kern bei der Verschleimung eine ebenso wichtige Rolle spiele wie nach Nestler[1] und Miehe[2] bei der Wundheilung und nach Haberlandt[3] bei der Verdickung der Zellmembran. Doch will ich darüber keine weiteren Vermutungen äußern, da Haberlandt's Ansicht durch die neueste Veröffentlichung von Küster[4] sehr bedeutend erschüttert wurde.

Verbreitung der Schleimzellen innerhalb der Pflanze.

Bei der vergleichenden Untersuchung der verschiedenen Organe der Pflanze auf ihren Gehalt an Schleimzellen ergibt sich folgendes:

Die Wurzel enthält keine.

Stamm. Über das Aussehen gewisser Schleimzellen wurde im früheren schon berichtet (siehe p. 396). Ich will nur noch hinzufügen, daß ich ähnlich wie Walliczek[5] bei *Tilia grandifolia* Ehrh. Fusionsstadien von einzelnen hintereinander liegenden Schleimzellen auffand, die dann unmittelbar den Eindruck von Schleimgängen machten. Daß zwei Zellen durch eine einheitliche Schleimmasse, in der nichts mehr von einer Mittellamelle zu sehen ist, verbunden werden, kann man öfters beobachten. Fig. 12 gibt eine Beobachtung wieder, wo fünf hintereinander liegende Zellen zu einem Schleimgange verschmolzen sind. Der Eindruck, als hätte man es wirklich mit Gängen zu tun, wird um so mehr erzielt, als die Verschleimung bei allen hintereinander liegenden Zellen auf derselben Seite und in derselben Ausdehnung erfolgt.

---

[1] A. Nestler, Über die durch Wundreiz bewirkten Bewegungserscheinungen des Zellkernes und des Protoplasmas. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. CVII, Abt. I, 1898.

[2] H. Miehe, Über die Wanderung des pflanzlichen Zellkernes. Flora 1901, p. 105 u. f.

[3] G. Haberlandt, Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei Pflanzen. Jena 1887.

[4] E. Küster, Über die Beziehungen der Lage des Zellkerns zu Zellenwachstum und Membranbildung. Flora 1907, 97. Bd., 1. Heft.

[5] H. Walliczek, Studien über die Membranschleime vegetativer Organe. In den Jahrbüchern für wissensch. Botanik, vol. XXV, Heft 2 (1893), p. 249.

Blatt. Betreffs der Blätter verweise ich auf das früher Gesagte. Ich erwähne nur noch einmal, daß die Schleimzellen besonders häufig in dem Wassergewebe auftreten.

Blüten und Früchte konnte ich nicht untersuchen, da diese an Glashausexemplaren gewöhnlich nicht zu bemerken sind.

Mikrochemisches Verhalten.

Kaltes Wasser quellt den Schleim außerordentlich stark auf, löst ihn aber nicht. Davon überzeugt man sich am einfachsten bei der Anwendung von suspendiertem Karmin, wodurch die Grenze des aufgequollenen Schleimes deutlich sichtbar wird.

Heißes Wasser. Auch im heißen Wasser scheint der Schleim unlöslich zu sein. Ich konnte größere Stücke sowie dünne Schnitte längere Zeit hindurch kochen, ohne daß sich der Schleim gelöst hätte. Selbst der aus Schnitten herausgeflossene und auf dem Objektträger aufgefangene Schleim blieb im siedenden Wasser ungelöst und ließ sich mit Hämatoxylin deutlich nachweisen.

Zum Gerinnen brachte ich den Schleim durch absoluten Alkohol, Alaunlösung, das von H. Walliczek[1] und L. Mangin[2] angegebene Bleiazetat, Eisensulfat und Sublimat. Eisensulfat färbt den Schleim außerdem gelb und führt so eine deutliche Differenzierung der Schleimidioblasten und der in *Pellionia Daveauana* in reichlicher Menge vorhandenen anthokyanhältigen Zellen herbei, welche die Gerbstoffreaktion geben und durch Eisensulfat blau gefärbt werden. Diese Zellen zeigen eine rote Farbe, die aber sehr vergänglich ist und nur in ganz frischen Schnitten wahrgenommen wird. Bei Zusatz von Wasser oder Alkohol zu dem Präparate schwindet die Farbe in kurzer Zeit.

Behandelt man die Schnitte mit Eisensulfat, Kaliumbichromat oder Osmiumsäure, so färben sich die anthokyan-

---

[1] H. Walliczek, l. c.

[2] L. Mangin, Observations sur l'assice à mucilage de la graine de lin. Bull. de la Soc. Bot. de France, 1893, p. 119 bis 135.

hältigen Zellen blau, respektive schwarz. Es zeigt sich dann, daß sie im Stengel und im Blatt, im letzteren besonders im Schwammparenchym, in großer Anzahl vorkommen.

Zum Nachweis des Schleimes können alle Reagenzien dienen, die ihn zum Gerinnen bringen. Am besten verwendbar ist jedoch Hämatoxylin, sowohl bei frischem als auch bei Alkoholmaterial. Ferner läßt sich der Schleim noch durch Meyer's Reagens,[1] Safranin und Methylenblau kenntlich machen. Eine ungemein rasche Färbung des Schleimes erhielt ich mit Joly's Rutheniumrot, das, in wässeriger Lösung von 1 : 5000 angewandt, den Schleim augenblicklich rot färbt. Dieser Farbstoff ist nach den Angaben Mangin's[2] ein ausgezeichnetes Mittel zum Nachweis der Pektinstoffe und der aus ihnen hervorgehenden Gummi- und Schleimarten, die durch ihn gefärbt werden, während Zelluloseschleime ungefärbt bleiben. Demnach wäre der Schleim von *Pellionia*, die Beobachtungen von Mangin als richtig vorausgesetzt, als ein Pektinschleim anzusprechen.

Mit den Jodpräparaten, wie Jodjodkalium, Jodtinktur, Jodwasser, Chlorzinkjod, gab mir der Schleim keine merkbare Reaktion. Jodchloralhydrat färbt ihn nicht, quellt ihn aber stark auf. Kupferoxydammoniak läßt ihn ebenfalls quellen und färbt ihn zugleich blau.

II. Andere Urticaceen.

Die Vermutung lag nahe, daß das Vorkommen von Schleimzellen bei Urticaceen nicht auf *Pellionia Daveauana* beschränkt sein werde. Ich stellte daher auch bei einigen anderen Urticaceen entsprechende Untersuchungen an; diese sind leider infolge Zeitmangels nicht in dem Umfange gediehen,

[1] Die Schnitte, aus Alkoholmaterial hergestellt, bleiben eine halbe Stunde lang in 25prozentiger Kupfersulfatlösung liegen und werden nach dem Auswaschen mit destilliertem Wasser mit 50prozentiger Kalilauge betupft. Es erfolgt Blaufärbung des Schleimes. Siehe H. Kraemer, l. c., p. 20.

[2] L. Mangin, Sur l'emploi du rouge de ruthenium en anatomie végétale. Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, Paris, t. CXVI, 1893, p. 653 bis 656.

als beabsichtigt war. Von einheimischen Nesselgewächsen untersuchte ich *Urtica dioica* L., *Urtica urens* L. und *Parietaria officinalis* L., von fremdländischen *Splitgerbera japonica* Miq., *Boehmeria speciosa, Girardinia palmata* und *Conocephalus nivalis.* Davon besitzen tatsächlich Schleimidioblasten *Urtica dioica, Splitgerbera japonica, Boehmeria speciosa* und *Girardinia palmata,* also über die Hälfte der untersuchten Pflanzen.

Ich glaube, daraus entnehmen zu dürfen, daß sich bei einer weiteren Bearbeitung der Urticaceen noch bei manchem Vertreter dieser Familie Schleimzellen nachweisen lassen werden.

Im folgenden sei das Wichtigste über die Schleimzellen der oben genannten Pflanzen mitgeteilt.

Urtica dioica L.

besitzt Schleimzellen in den häutigen Knospenschuppen, welche die jungen, noch unentwickelten Laubblätter einhüllen und schützen. Um sich von ihrem Bau ein klares Bild zu verschaffen, ja schon um ihre Anwesenheit mit völliger Sicherheit konstatieren zu können, sind bei der Untersuchung gewisse Vorsichtsmaßregeln nötig. Die Schnitte dürfen nicht zu dick sein und müssen möglichst senkrecht zur Blattfläche geführt werden.

Ein solches Präparat wird am einfachsten in der Weise hergestellt, daß man ganze Knospen fixiert — als Fixierungsmittel leistete mir Chromosmiumessigsäure die besten Dienste — in Paraffin einbettet und senkrecht zur Längsachse mit dem Mikrotom schneidet. Will man den Schleim besser sichtbar machen, so kann man die Schnitte mit Hämatoxylin färben. Zu diesem Zwecke befestigt man sie mit Wasser auf dem Objektträger, entfernt das Paraffin, bringt aber, um zu färben, das Präparat nicht bis ins Wasser, sondern nur in 50prozentigen Alkohol zurück. Dadurch wird ein allzu starkes Aufquellen des Schleimes und das Undeutlichwerden des Bildes der Schleimzelle verhütet. Hierauf bringt man die Schnitte für eine Minute in die Farbflüssigkeit, spült sie mit 96prozentigem Alkohol ab, macht sie wasserfrei und schließt sie endlich nach

Vorbehandlung mit Xylol in Dammarlack ein. Unter dem Mikroskop sind die Knospenschuppen leicht an dem einfachen Bau des Mesophylls zu erkennen, das entsprechend der Funktion der Knospenschuppen einheitlich ist und nicht in Schwamm- und Pallisadenparenchym zerfällt. Ein gelungener Querschnitt läßt in der oberen und unteren Epidermis zahlreiche Schleimzellen erkennen. Der Schleim ist im ungefärbten Zustande gelblich, stark lichtbrechend und deutlich geschichtet, im gefärbten schön rot.

Die Schleimidioblasten von *Urtica dioica* gleichen in ihrem Bau und ihrer Entwicklung völlig denen in den Blättern von *Pellionia Daveauana*. Es fehlen selbst die in den Schleim hineinragenden Schläuche und Zapfen nicht, welche bereits bei den Schleimzellen der *Pellionia* beschrieben und erklärt wurden.

Ich möchte noch einmal hervorheben, daß die Schleimzellen nur in den Knospenschuppen, sonst aber in keinem anderen Organ der Pflanzen vorkommen. *Urtica urens* L. hat als einjährige Pflanze keine Knospenschuppen und dementsprechend fehlt ihr auch der Schleim.

Splitgerbera japonica Miq.

In dieser Urticacee lassen sich Schleimidioblasten in geringer Anzahl im Stengel und in den Blättern nachweisen. Sie entsprechen in ihrem Bau den Schleimzellen von *Pellionia*.

Bemerkenswert ist ihre Verteilung in der Pflanze. Die Schleimzellen des Stengels finden sich im Mark, aus dessen Zellen sie durch Verschleimung der Membram entstanden sind, und zwar regelmäßig in unmittelbarer Nähe der Gefäßbündel. Hin und wieder kann man beobachten, daß eine ganze Reihe übereinanderliegender Zellen verschleimt. Dabei bleibt der Schleim der einzelnen Zellen stets durch die Mittellamelle getrennt und bildet niemals eine kontinuierliche Masse, wie es bei *Pellionia* vorkommt.

Die Anlagerung der Schleimzellen an die Gefäßbündel ist auch sehr schön im Blatt zu beobachten. Hier finden sich die Schleimidioblasten im Stiel, dem Gefäßteil der Gefäßbündel an-

gelagert und sehr vereinzelt in den stärkeren Rippen der Blattspreite, nie aber in deren Mesophyll oder Epidermis.

Boehmeria speciosa.

Boehmeria speciosa führt Schleimzellen in großer Menge im Stengel und in den Knospenschuppen. In einem Längsschnitte durch den Stengel sieht man sie, meist in langen Reihen angeordnet, Mark und Rinde durchziehen. Das Auftreten von Schleimzellen in den Knospenschuppen und ihr Fehlen in den Laubblättern hat *Boehmeria speciosa* mit *Urtica dioica* gemeinsam. Während jedoch bei dieser Pflanze die Schleimzellen der Epidermis angehören, liegen sie bei *Boehmeria speciosa* im Mesophyll.

Ein Querschnitt durch eine Knospenschuppe gibt ein eigenartiges Bild. Die Schleimzellen alternieren auf das regelmäßigste mit den Gefäßbündeln. Zwischen je zwei Gefäßbündeln liegt immer eine Schleimzelle.

III. Die Schleimcystolithen von Girardinia palmata Gaudich.

Unter allen Urticaceen, die ich auf den Besitz von Schleimzellen hin untersuchte, verdient wohl das meiste Interesse *Girardinia palmata*, eine Urticacee des tropischen Afrika und Asien.

Sie enthält Schleimzellen, in denen der Schleim in einer Form auftritt, wie sie meines Wissens noch niemals zur Beobachtung gelangte, wenigstens enthält die einschlägige Literatur nichts darüber.

Die Schleimmasse ist mittels eines Stieles an die Zellwand befestigt (Fig. 13 bis 19). Wegen der Ähnlichkeit eines solchen Gebildes mit einem Cystolithen nenne ich es Schleimcystolith, wenn auch von einem λίθος keine Rede ist. Ich glaube, trotzdem diesen Namen wählen zu dürfen, weil ja auch die kalkfreien Zellulosekeulen, welche Molisch[1] bei

---

[1] Molisch H., Über kalkfreie Cystolithen. Österr. bot. Zeitschrift, 1882, p. 345 bis 347.

Goldfussia anisophylla Nees und anderen Pflanzen aufgefunden hat, als Cystolithen bezeichnet werden.

Um ein anschauliches Bild eines Schleimcystolithen zu erhalten, bei welchem nicht nur der Schleimkörper, sondern auch der Stiel zu sehen ist, empfiehlt es sich, mit dem Rasiermesser Längsschnitte durch den Stengel herzustellen und diese in 95prozentigem Alkohol zu untersuchen.

Unter den Zellen des Markparenchyms, seltener der Rinde fallen fast immer einige durch den gelblich gefärbten und geschichteten Inhalt auf. Es sind dies die Schleimidioblasten. Eine genauere Untersuchung derselben lehrt, daß hier der Schleim den sogenannten inneren Vorsprungsbildungen der Zellmembran angehört. Die Zellwand entsendet in das Innere der Zelle einen Fortsatz, der, zu einem mächtigen Schleimkörper anwachsend, die Zelle zum größeren oder geringeren Teile erfüllt (Fig. 13 bis 20). Der übrig bleibende Raum enthält Protoplasma, Zellkern, manchmal auch Chlorophyll und Stärke (Fig. 19).

Die Form des Schleimkörpers ist verschieden und hängt von der Gestalt der Zelle ab. In der Abbildung Fig. 14 erscheint er in der Richtung des Stieles gestreckt, in der Abbildung Fig. 15 senkrecht zum Stiel verbreitert, in der Abbildung Fig. 16 kugelförmig, aber stets der Form des Zellumens angepaßt.

Der Stiel eines Schleimcystolithen ist meist sehr kurz (*st* in Fig. 14 bis 19), daher oft schwer oder auch gar nicht zu sehen. Letzteres ist besonders dann der Fall, wenn der Stiel von den Schleimschichten überwallt und so ganz verdeckt wird. Manchmal beobachtet man auch Stiele von bedeutender Länge (Fig. 13). Abnormerweise finden sich auch zwei Stiele an einem Cystolithen (Fig. 17).

Wie ich bereits bemerkt habe, sind Längsschnitte durch den Stengel nötig, wenn man den Stiel der Schleimcystolithen sehen will. Denn diese sind regelmäßig an die obere und untere Zellwand befestigt, die Zelle in ihrer natürlichen Lage im aufrechten Stengel gedacht. Ein Querschnitt gibt daher ein ganz anderes Bild eines Schleimcystolithen. Vom Stiel ist entweder

gar nichts zu sehen oder er erscheint als eine deutlich konturierte Kreisfläche, die sich durch ihre verschiedene Lichtbrechung von der Umgebung abhebt (*st*, Fig. 20). Betreffs der Lage der Cystolithen wäre noch zu bemerken, daß dieselbe Zellwand, an der bereits ein Cystolith befestigt ist, nicht selten auch in der benachbarten Zelle einen Cystolithen trägt (Fig. 18).

Das mikrochemische Verhalten des Schleimes der Schleimcystolithen deckt sich im großen und ganzen mit dem des Schleimes von *Pellionia Daveauana*.

Kaltes Wasser läßt ihn rasch und stark aufquellen, löst ihn aber nur schwer auf. Nicht zu dicke Schnitte müssen etwa 24 Stunden im Wasser liegen, bevor aller Schleim entfernt ist. Kochendes Wasser wirkt rascher.

Will man die Schleimcystolithen studieren, so muß man sie entweder zum Gerinnen bringen oder färben. Ersteres läßt sich am besten mit 96prozentigem Alkohol erreichen. Bei seiner Anwendung erhält der Schleim ein feinkörniges[1] gelbliches Aussehen und zeigt eine schöne Schichtung, die dadurch zu stande kommt, daß lichte Höfe die dunklen Partien des Schleimes trennen (siehe Fig. 13 bis 18 und 20). Die einzelnen Schichten umgeben den Stiel und decken einander.

Zum Färben der Schleimcystolithen können alle Färbemittel dienen, die ich bereits an geeigneter Stelle bei *Pellionia Daveauana* angeführt habe (p. 400).[2] Unter ihnen verdient wieder das Böhmer'sche Hämatoxylin den Vorzug, besonders

[1] Das körnige Aussehen des Schleimes infolge Einwirkung von Alkohol soll nach den Untersuchungen von B. Longo seinen Grund in dem Auftreten kleiner Höhlungen (piccolo cavità) im Schleime haben. Die Vorstellung, als würde der Schleim durch Alkohol körnig gefällt, wäre demnach unrichtig. Siehe B. Longo »Contributo allo studio degl' idioblasti muciferi delle Cactee« in Annuario del R. istituto Botanico di Roma, A. VII, 1897/98, p. 49 u. f.

[2] Es ist nicht ohne Interesse, daß mit Hilfe seiner Farbreaktionen Mangin auch bei normalen, mit kohlensaurem Kalke inkrustierten Cystolithen Gummi beobachtet hat. Mangin L., Sur la constitution des cystolithes et des membranes incrustées de carbonate de chaux (Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, Paris, t. CXV, 1892, p. 260).

wenn die Färbung damit so ausgeführt wird, wie ich sie bei *Urtica dioica* (p. 401) angegeben habe.

Chlorzinkjod verursacht ein starkes Aufquellen der Schleimcystolithen und färbt sie braun. Die Gummireaktion mit Orcein und Salzsäure gelang nicht, wohl aber färbt Rutheniumrot (p. 400) den Schleim in Schnitten aus frischem und Alkoholmaterial rasch und intensiv rot, nur dürfen die Schnitte vorher nicht in Wasser gelegen sein.

Die Schleimcystolithen von *Girardinia palmata* fanden sich in allen Organen der Pflanze, die ich daraufhin untersuchte, in der Wurzel, im Stengel, in den Laubblättern und den Knospenschuppen. Sie haben überall denselben Bau.

Die Wurzel enthält unter allen Organen relativ die meisten Schleimzellen. Die Schleimcystolithen füllen hier die Zellen so vollständig aus, daß die Stiele der Cystolithen nur schwer zu erkennen sind.

Im Stengel finden sich die Schleimidioblasten im Mark und in der Rinde, besonders reichlich in den Gewebspartien, die unmittelbar unterhalb der Insertionsstelle des Blattes liegen. Dort bilden sie ganze Häufchen.

Im Blatte trifft man sie im Stiel und in den Rippen der Blattspreite an, nicht aber in deren Mesophyll und Epidermis.

Über die Entwicklung der Schleimcystolithen konnte ich mir kein sicheres Urteil bilden. Alle meine Bemühungen in dieser Richtung verliefen resultatlos. Die Ursache liegt wohl in der außerordentlich geringen optischen Differenzierung des Schleimes von dem übrigen Inhalt einer lebenden Zelle, die es ungemein schwer macht, einen intakten Schleimcystolithen mit völliger Sicherheit zu erkennen. Versuche, durch Vitalfärbung der Zellen mit Neutralrot die Schleimcystolithen kenntlich zu machen, hatten einen sehr geringen Erfolg.

In seltenen Fällen gelang es mir, einen Schleimcystolithen so zu sehen, wie er im unveränderten Zustande aussieht. Abbildung Fig. 19 gibt das Bild eines solchen wieder. Dazu kommt das eigentümliche Verhalten der Cystolithen, wenn die Zelle getötet wird. Läßt man nämlich zu einem Schnitte aus frischem Material während der Beobachtung unter dem Mikroskop Alkohol

zufließen, so werden die Schleimcystolithen zwar augenblicklich sichtbar, dehnen sich aber auch momentan aus und nehmen so ein viel größeres Volumen ein, als ihnen ursprünglich zukommt.

Durch dieses Verhalten wird leider das Auffinden von Anfangsstadien unserer Cystolithen sehr erschwert, so daß gerade über diese Stadien nichts Sicheres mitgeteilt werden kann.

Biologie. Schleimbildungen sind vielfach bei sukkulenten Pflanzen beobachtet worden. Sie haben nach der übereinstimmenden Ansicht verschiedener Forscher[1] die Aufgabe, als Wasserspeicher zu dienen. Dies ist sicherlich auch bei den schleimführenden Urticaceen der Fall. Überzeugend in dieser Richtung wirkt *Pellionia Daveauana*, bei der sich neben mächtigen Wassergeweben Schleimzellen in großer Menge vorfinden und der beblätterte Sproß wie andere an Schleim reiche Pflanzen dem Vertrocknen einen großen Widerstand entgegensetzt.

Häufig läßt sich beobachten, daß die Schleimzellen mit großer Vorliebe in der Nähe der Gefäßbündel auftreten — besonders schön bei *Splitgerbera japonica* und *Boehmeria speciosa* zu sehen (vergl. p. 402 und 403) — so daß man unwillkürlich auf den Gedanken verfällt, zwischen den Schleimzellen und den Gefäßbündeln müsse es eine Beziehung geben, die vielleicht darin besteht, daß die den Gefäßbündeln benachbarten Zellen am raschesten das Wasser erhalten, das im Schleime aufgespeichert werden soll.

Die Schleimcystolithen von *Girardinia palmata* unterscheiden sich von den Membranschleimen anderer Pflanzen wohl nur morphologisch, nicht aber funktionell.

---

[1] Ein ziemlich ausführlicher Bericht über die Arbeiten, in denen die physiologische Bedeutung des Schleimes berücksichtigt wird, nebst den nötigen Literaturangaben findet sich bei H. Walliczek, l. c., p. 269 bis 271.

IV. Zusammenfassung.

I. In dieser Arbeit wird das Vorhandensein von Schleimzellen bei einer Anzahl von Urticaceen, nämlich bei *Pellionia Daveauana* N. E. Br., *Urtica dioica* L., *Splitgerbera japonica* Miq., *Boehmeria speciosa* und *Girardinia palmata* Gaudich. nachgewiesen und damit höchst wahrscheinlich gemacht, daß bei einer ausgedehnteren Untersuchung sich noch andere Urticaceen als schleimführend erweisen werden.

II. Die Schleimzellen finden sich bei *Pellionia Daveauana* im Grundgewebe des Stengels und im beiderseitigen Wassergewebe der Blätter, in der Wurzel jedoch nicht, bei *Urtica dioica* nur in der Epidermis der häutigen Knospenschuppen, bei *Splitgerbera japonica* im Grundgewebe des Stengels und des Blattstieles, ferner in den stärkeren Rippen der Blattspreite, meist in der Nähe der Gefäßbündel; bei *Boehmeria speciosa* im Grundgewebe des Stengels und der Knospenschuppen; bei *Girardinia palmata* im Grundgewebe des Stengels, des Blattstieles, der Wurzel und der Knospenschuppen, selten auch in den stärkeren Rippen der Blattspreite.

III. Der Schleim in den genannten Pflanzen gehört den sogenannten Membranschleimen an. In ihrem Baue gleichen die Schleimzellen der Urticaceen denen der Malvaceen, Liliaceen u. s. f. Ausgenommen sind die Schleimzellen von *Girardinia palmata*, in denen der Schleim in der Form von Cystolithen vorkommt, die ich als Schleimcystolithen bezeichne.

IV. Diese Schleimcystolithen sind insofern von Interesse, als sie gestaltlich mit typischen Cystolithen übereinstimmen und geschichtet sind, aber keinerlei Inkrustierung mit kohlensaurem Kalk aufweisen. In dieser letzteren Beziehung gleichen sie den von Molisch entdeckten Zellulosecystolithen im Marke von *Goldfussia*.

V. Die Entwicklung der Schleimzellen wurde besonders studiert bei *Pellionia Daveauana*. Der Schleim entsteht hier aus der Zellmembran, und zwar aus der sogenannten Verdickungsschichte. Die im Schleime häufig vorkommenden birnförmigen Einschlüsse, Aussackungen und Zipfel sind entwick-

lungsgeschichtlich durch die ungleich rasch vor sich gehende Verschleimung der Membran zu erklären.

VI. Der Schleim dient höchstwahrscheinlich als Wasserspeicher und erhöht dadurch die Widerstandskraft der Pflanzen gegenüber dem Vertrocknen.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Professor Dr. Hans Molisch für die freundliche Anregung wie für die vielfach gebotene liebenswürdige Unterstützung bei meiner Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Erklärung der Tafeln.

Vergrößerung ungefähr 270.

Fig. 1 bis 12 stellen Schleimzellen von *Pellionia Daveauana*, Fig. 13 bis 20 solche von *Girardinia palmata* vor.

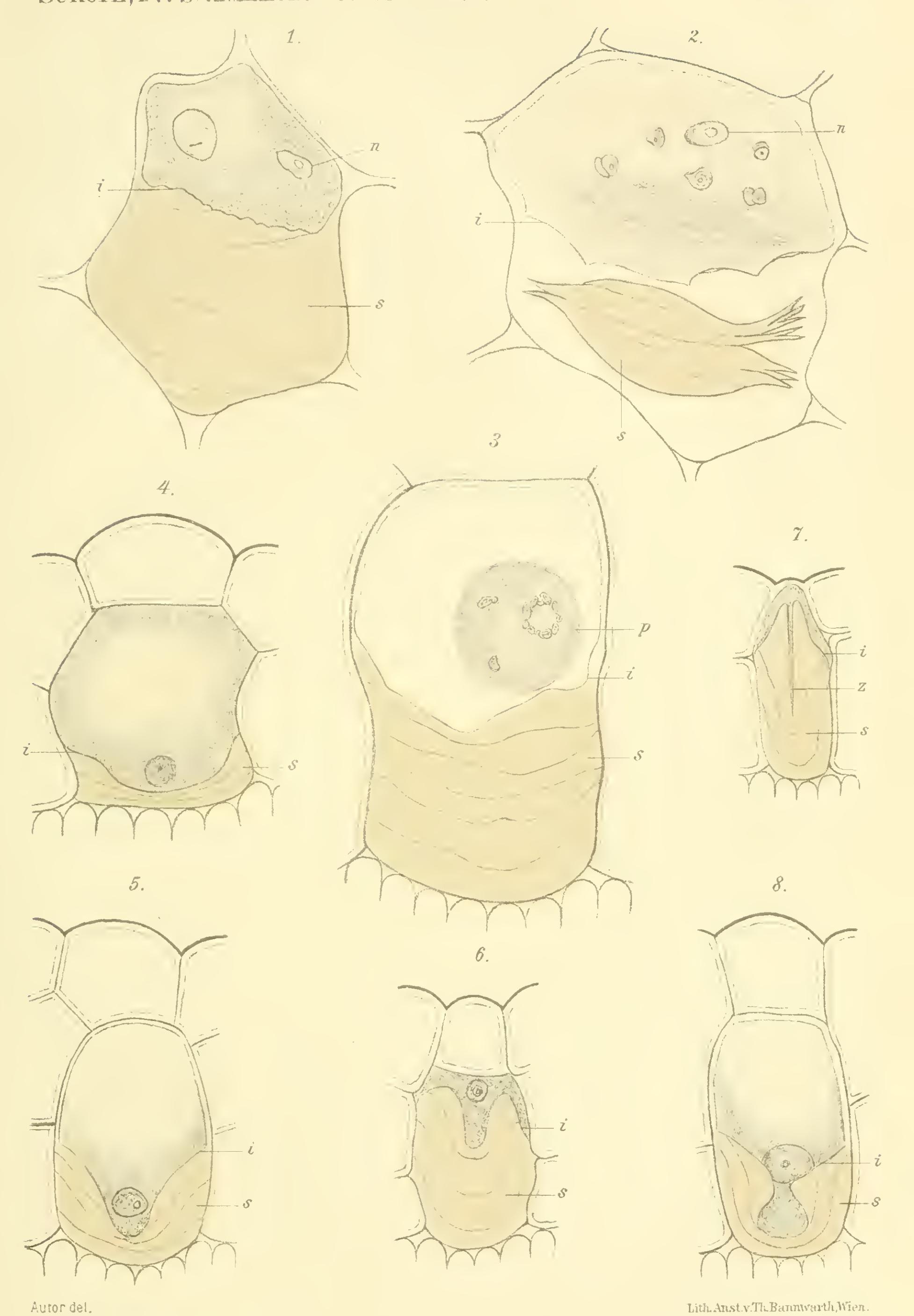
Dabei bedeutet in Fig. 1 bis 12: s = Schleim, i = Innenlamelle, p = Plasma, n = Kern.

Fig. 2. Zeigt das Aufblättern des Schleimes (siehe p. 395).
Fig. 3. Eine plasmolisierte Schleimzelle. Das Plasma hat sich von der Innenlamelle der Membran abgehoben.
Fig. 4. Junge Schleimzelle mit beginnender Verschleimung (siehe p. 397).
Fig. 5. Detto; der Schleim wölbt sich von beiden Seiten der Zelle vor (siehe p. 397).
Fig. 6. Junge Schleimzelle mit einer schlauchförmigen Ausstülpung (siehe p. 397); der Schleim wölbt sich auch hier in das Innere der Zelle vor.
Fig. 7. Schleimzelle mit einem »Zapfen« z (siehe p. 396, 397).
Fig. 8. Schleimzelle mit unten verbreitertem Schlauche (siehe p. 397).
Fig. 9. Schleimzelle mit birnförmigem Einschluß (siehe p. 396, 397).
Fig. 10. Dieselbe nach weiterem Vorschreiten der Verschleimung.
Fig. 11. Die Verschleimung der Zelle in einem weit vorgerückten Stadium.
Fig. 12. Fünf Schleimzellen, deren Schleim zu einer einheitlichen Masse verschmolzen ist.

Fig. 13 bis 20. Schleimzellen aus Stengellängsschnitten von *Girardinia palmata* mit Schleimcystolithen.

Dabei bedeutet c = Cystolith, st = Stiel des Cystolithen.

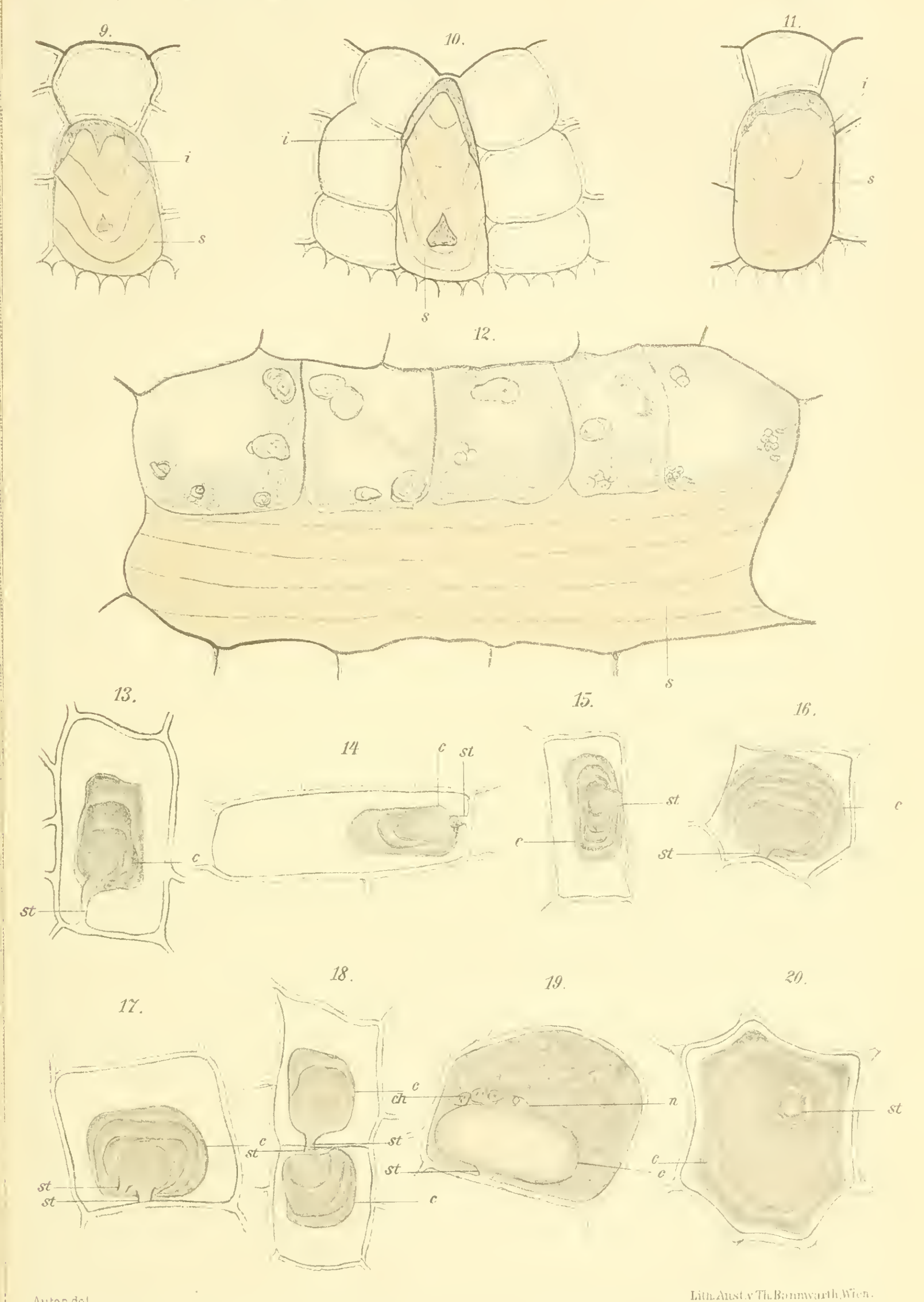
Fig. 13. Cystolith mit langem Stiele.
Fig. 14. Cystolith in der Richtung des Stieles gestreckt.
Fig. 15. Cystolith senkrecht zur Richtung des Stieles verbreitert.
Fig. 16. Kugelförmiger Cystolith.
Fig. 17. Der dargestellte Cystolith besitzt zwei Stiele, von denen der eine nicht im optischen Durchschnitt liegt, daher nur zum Teile zu sehen ist.
Fig. 18. Zwei Schleimzellen. Die Zellwand, die zwei benachbarte Zellen trennt, trägt zwei Cystolithen.
Fig. 19. Der Schleim des Cystolithen nicht geronnen.
Fig. 20. Cystolith von oben.



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.